

## ***Biodiversidad de Moluscos Holoplanctónicos del Golfo de California.***

SIP 20070401

Dr. Gerardo Aceves Medina

### **Resumen**

El presente trabajo es resultado de la coordinación de diferentes intereses en la investigación del plancton del Golfo de California. Inicialmente el interés fue dirigido al estudio de la biodiversidad de los moluscos holoplanctónicos como resultado del escaso conocimiento de este grupo a nivel mundial, pero particularmente en el Golfo de California donde hasta la fecha solo se habían realizado un par de trabajos que dieron como resultado el registro de apenas X especies. Los resultados de este trabajo muestran precisamente que el bajo número de especies es resultado del escaso interés en el estudio de estos grupos pues el listado taxonómico muestra un total 50 especies y 9 taxa o tipos agrupados en 3 órdenes, 6 subórdenes, 12 familias y 24 géneros, de estos 59 taxa, 33 especies corresponden a nuevos registros para el Golfo de California y de los 33 mencionados, 6 son nuevos registros para el Pacífico Americano. La distribución de especies y caracterización de las asociaciones de moluscos holoplanctónicos permitió además corroborar la división del Golfo de California en tres regiones principales (Norte, Centro y Sur), que corrobora lo encontrado para otros grupos zooplanctónicos como las larvas de peces.

Adicionalmente, se trabajó con las larvas de peces de los muestreos realizados en el Golfo de California. Los resultados de nuestro trabajo fueron suficientes para completar el esquema de regionalización ictiogeográfica propuesta en trabajos anteriores y que adolecía del periodo de invierno. Aquí se probó que en efecto, el Golfo de California puede ser dividido en tres regiones principales que definen una comunidad dominada por especies templadas al norte, una comunidad dominada por especies templadas al sur y una zona de transición en donde convergen ambas comunidades. Los límites entre comunidades son dinámicos en tiempo y espacio y dependientes del avance de la corriente cálida proveniente del sur que inicia su avance al norte durante la primavera y se retrae durante el otoño. Este patrón generalizado, puede ser modificado por procesos de surgencias acoplados a los remolinos ciclónicos semi-permanentes del Golfo de California.

Finalmente se trabajó con las larvas de peces del Golfo de Tehuantepec con la finalidad de obtener un primer acercamiento de la composición de especies de larvas de peces de esta zona. Las larvas de peces del Golfo de Tehuantepec solo han sido analizadas a nivel familia, por lo que este estudio ha permitido la obtención de material importante para el conocimiento de la distribución y abundancia de los primeros estadios de los peces en una región considerada no solo entre las más productivas del Pacífico Mexicano, sino del mundo. Se propone un segundo proyecto que utilice los muestreos obtenidos en el presente trabajo y analice la distribución y abundancia de las larvas de peces de esta zona además de analizar los efectos de las variables ambientales medidas en los patrones generales de distribución de estos organismos.

### **INTRODUCCION**

En general es sabido que el Golfo de California está constituido por tres amplias áreas biogeográficas, basados en la composición de especies de peces de zonas rocosas: una norte, de relativamente baja diversidad y grandes fluctuaciones poblacionales, en la que dominan pocas especies de afinidad templado cálida; una central, al sur de las grandes islas, donde disminuye la cantidad de especies de ambientes templado-cálidos, se incrementa la diversidad de especies por el aumento en el número de especies de afinidad tropical, pero sigue existiendo un fuerte cambio estacional en la poblaciones; y

una región sur, en la que se encuentra un notable predominio de especies tropicales y subtropicales, una mayor diversidad, las especies de ambientes templado-cálidos desaparecen o son poco frecuentes y se observan cambios estacionales en las poblaciones de mucho menor magnitud que en las dos anteriores (Thomson *et al.*, 1979). Asimismo, Gilbert & Allen (1943) y Round (1967) dividieron al golfo en cuatro regiones, en función de los grupos de diatomeas planctónicas dominantes en el primer caso y, en el segundo, en función de la depositación de estos mismos organismos, mientras que Santamaría del Angel *et al.*, (1994) definieron 14 regiones utilizando imágenes de satélite.

Brinton *et al.* (1986), en una recopilación de los trabajos de distribución y abundancia de varios grupos zooplanctónicos, definieron únicamente dos regiones faunísticas, separadas por las grandes islas.

Desde el punto de vista del ambiente físico, Soto-Mardones *et al.* (1999) dividieron al golfo en tres regiones, de acuerdo con su variabilidad térmica anual.

Aceves *et al.* (2004), reconoce 3 regiones faunísticas basado en la distribución de larvas de peces; una al norte la cual presenta especies templadas a Sandieginas, la región sur, que presenta especies templadas a subtropicales y una región intermedia y/o de transición en donde convergen especies templadas y subtropicales. Sin embargo, este esquema de regionalización sólo incluye los periodos de Primavera, Verano y Otoño, ya que los meses de invierno no han sido muestreados con suficiente frecuencia.

Para el caso de los moluscos holoplanctónicos, su estudio se remonta a principios del siglo XIX, principalmente en el océano Atlántico. No fue hasta la expedición del HMS Challenger en 1872, que se promovió un rápido conocimiento de las comunidades planctónicas debido a la acumulación de grandes colecciones provenientes de todo el mundo. Para el Pacífico Oriental, los primeros reportes de moluscos planctónicos fueron realizados por Bergh en 1894, con organismos obtenidos durante las recolectas realizadas por la expedición Albatros en 1891. Posteriormente, fueron muy pocos o casi nulos los trabajos realizados en este grupo, entre estos Meisenheimer (1905 en McGowan, 1968) en su revisión mundial sobre la distribución de thecostomos y gymnostomos, sólo menciona 5 localidades con registros en la costa de California (E.U.A.). Posteriormente Tesh (1946, 1948 y 1949) formaliza 5 registros para la zona de California incluyendo a los heterópodos. Sin embargo estos registros se establecieron con muestreos ocasionales no sistemáticos. No fue hasta la conformación del programa CalCOFI que se dio un mayor interés a estos grupos. El primer trabajo resultante de este programa, fue el de McGowan (1967) quien presenta un atlas que comprende las especies de moluscos registradas en la Corriente de California; posteriormente en 1968, publica la primera clave de identificación de Tecostómidos y Gymnostómidos, resultando con 24 especies para la región de California (E.U.A.).

Casi 30 años después se retomó el interés en este grupo; Sánchez-Hidalgo (1989 y 1992) realiza los primeros y únicos estudios en la costa occidental de Baja California Sur, México, en la zona de Bahía Magdalena, donde registra un total de 16 especies. En el Golfo de California, sólo se tiene conocimiento de un estudio formal enfocado a este grupo realizado por Seapy y Skoglund (2001), quienes presentan un listado con 12 especies de heterópodos, con muestras de sedimento. A excepción del anterior, sólo se conocen registros fortuitos para la zona de Guaymas en donde Poorman & Poorman (1988) registran dos especies y Angulo (2003 y 2005) proporciona dos nuevos registros.

De acuerdo con lo anterior en el presente trabajo se plantean las siguientes hipótesis para el estudio de los moluscos holoplanctónicos:

Ho:

- El número de especies de moluscos holoplanctónicos se incrementara en función del esfuerzo y la temporalidad.
- La comunidad de moluscos holoplanctónicos del Golfo de California va a presentar divisiones principalmente en el sentido latitudinal, lo cual daría lugar a tres regiones principales, una región norte caracterizada por la dominancia de especies templadas, una región sureña donde dominarán especies tropicales; y región central o de transición.

## **OBJETIVOS:**

### **General:**

- Determinar la taxocenosis de los moluscos holoplanctónicos en el Golfo de California.

### **Particulares**

- Determinar el número de especies de moluscos holoplanctónicos presentes dentro del Golfo de California.
- Caracterizar las comunidades de moluscos holoplanctónicos encontradas en el Golfo de California durante el periodo 2005-2006 en función de la composición de parámetros comunitarios (composición de especies, diversidad, equitatividad, dominancia y distribución).
- Caracterización en espacio y tiempo de asociaciones entre especies de moluscos holoplanctónicos
- Determinar la relación entre la dinámica espacio-temporal de las asociaciones y los cambios en la temperatura superficial del mar.

Para las larvas de peces se estableció la siguiente hipótesis:

Las asociaciones de larvas de peces son indicadores biológicos útiles para la delimitación de los complejos ictiofaunísticos tropical y templado del Golfo de California. De acuerdo a los antecedentes, durante la primavera y el otoño la isoterma de los 21 °C está asociada a los límites de distribución sur de la comunidad norteña o templada, mientras que la isoterma de los 18 °C está asociada a los límites de distribución norte de la comunidad sureña o tropical. La primera hipótesis a probar en este trabajo es que las isotermas de los 18 °C y 21 °C también serán útiles para establecer los límites de distribución de las comunidades templada y tropical del Golfo de California durante los meses de invierno.

Los antecedentes definen que la influencia de los gradientes latitudinales de las variables ambientales determinan la estructura de las asociaciones de larvas de peces del Golfo de California teniendo como resultado una regionalización biogeográfica principalmente latitudinal. Una segunda hipótesis a probar es que la inclusión de un periodo de surgencias intensas modificará los patrones latitudinales de regionalización faunística observados en trabajos anteriores, debido a que los gradientes térmicos latitudinales se debilitan como resultado de la surgencia de aguas del fondo y el transporte de agua fría en un sentido continente-península.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Determinar la distribución y abundancia de las larvas de peces y analizar su relación con la temperatura superficial de la mar, obtenida durante dos cruceros (invierno y otoño), en el Golfo de California.

### Particulares:

- Obtener la composición y abundancia de especies de larvas de peces del Golfo de California durante dos cruceros oceanográficos realizados en Febrero-Marzo (invierno) y Noviembre 2005 (otoño).
- Caracterizar las asociaciones de larvas de peces del Golfo de California durante los cruceros realizados en invierno y otoño en función de su diversidad, equitabilidad, composición de especies, afinidad faunística y tipo de hábitat de donde provienen las especies.
- Establecer la relación en tiempo y espacio de las asociaciones de larvas de peces con la distribución de la temperatura superficial del mar, para los cruceros oceanográficos realizados en Febrero-Marzo y Noviembre 2005.

Para el Golfo de Tehuantepec únicamente se estableció obtener muestras de la zona y analizar la distribución general de la biomasa zooplanctónica, que será la base de siguiente proyecto de investigación

### MÉTODOS:

#### *Moluscos holoplanctónicos*

Se obtuvieron muestras de plancton de 246 arrastres oblicuos, 158 para la porción centro-sur. Los muestreos se realizaron con redes tipo Bongo de 333 y 505  $\mu\text{m}$  de luz de malla, analizándose los moluscos holoplanctónicos provenientes de la malla de 505  $\mu\text{m}$ . La metodología de muestreo fue la sugerida por Smith y Richardson (1979) y los arrastres se realizaron hasta una profundidad máxima de 200 m. La Localización geográfica de los sitios de muestreo se presenta en la Fig. 1.

Las muestras de zooplancton se analizaron sin fraccionar, los moluscos holoplanctónicos se separaron del resto de la muestra y se preservaron en alcohol al 96%. Los especímenes se identificaron al mínimo nivel taxonómico posible siguiendo los criterios establecidos por Seapy (1999) y Van der Spoel *et al.* (1997), se contabilizaron y se estandarizaron a una superficie de 1000  $\text{m}^3$  de acuerdo con Seapy (2001). Simultáneamente a la recolección de muestras, se midió la temperatura superficial con la que se elaboraron mapas de distribución horizontal por crucero.

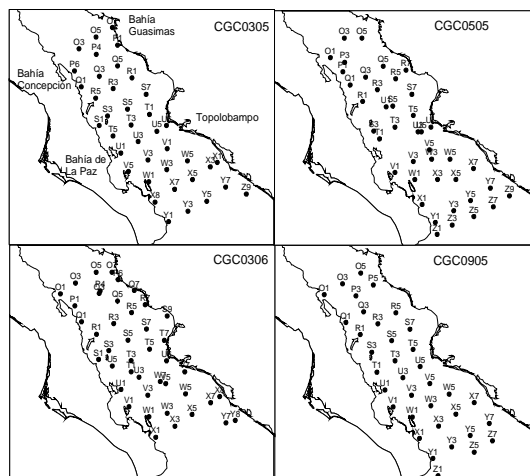


Fig. 1 Localización de las estaciones de muestreo durante los cruceros CGC, correspondientes a marzo, mayo y septiembre de 2005 y marzo de 2006 ( CGC0503, CGC0505, CGC0509 y CGC0603 respectivamente).

La descripción de las asociaciones de los moluscos holoplanctónicos en las localidades de estudio se basó en el cálculo de aquellos parámetros que definen su estructura, tales como:

- Riqueza  
Se calculó la riqueza (S) como el número total de especies presentes en una muestra, y/o localidad.  
 $N_0 = S$
- Diversidad  
Se calculó el índice de diversidad ( $H'$ ) de Shannon (Zar, 1999). El cual emplea la relación entre el número de especies y sus abundancias relativas.

$$H' = -\sum p_j \log_2 p_j$$

donde:

$H'$  = valor o medida de diversidad en bits/individuo

N : número total de individuos

$N_j$  : número total de individuos de la especie j

$p_j = N_j / N$

- Índice de rarefacción

Se calcularon las curvas de riqueza específica entre comunidades, a través del índice de rarefacción, el cual maneja que la probabilidad de encontrar nuevas especies descende con el tiempo, teniendo que la posibilidad de incrementar el número de especies no registradas previamente descende, hasta un punto donde se hace constante, sin alcanzar el cero.

$$S(t) = (1/z) * \ln(1 + zat)$$

donde :

a = tasa de aparición de especies nuevas

z = parámetro relacionado con el descenso de a

t = tiempo

- Similitud

La similitud se calculó por medio del índice de Bray-Curtis, aplicándose una técnica de agrupamiento, con la finalidad de reconocer las relaciones entre las especies de cada una de las localidades y entre cruceros, con una unión simple; ésta se basa en la asignación de índices de similitud entre especies o grupos de acuerdo a sus distancias, en donde su posición está determinada por su abundancia o su similitud en la composición de especies, dando como resultado árboles de clasificación de los parámetros deseados. Aquellos que sean más parecidos presentarán una similitud más cercana al 100%, los dendrogramas obtenidos fueron cortados al 50% de similitud.

Para el cálculo de los índices de Diversidad ( $H'$ ), de rarefacción y de Similitud de Bray-Curtis se utilizó el programa BioDiversity Profesional ver. 2.0.

### *Ictioplankton Golfo de California*

El presente trabajo se realizó sobre la base de dos cruceros oceanográficos en el Golfo de California; uno durante invierno del 25 de febrero al 12 de marzo de 2005, con un total de 38 estaciones de muestreo y el segundo en otoño del 19 al 26 de noviembre del mismo año, con un total de 23 estaciones muestreadas. El crucero de Febrero-Marzo es proveniente del proyecto Circulación del Golfo de California (CGC) perteneciente a la Secretaría de Marina Armada de México, cuyo muestreo se realizó a bordo del buque

oceanográfico Alejandro de Humbolt. Mientras que el crucero de otoño se derivó de la campaña Cardúmenes de Pelágicos en el Golfo de California (CAPEGOLCA 1) durante otoño del 2005, donde el muestreo se realizó a bordo del buque oceanográfico El Puma, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. A cada crucero se le asignó un acrónimo GOLCA (Golfo de California), seguido de 4 dígitos, los dos primeros corresponden al año y el resto al mes en el que finalizó el crucero (ej. GOLCA 0503 y GOLCA 0511).

En cada estación se realizaron arrastres oblicuos con redes tipo Bongo de 333  $\mu\text{m}$  y 505  $\mu\text{m}$  de luz de malla, con un flujómetro en la boca para calcular el volumen de agua filtrada, así mismo se midió la temperatura superficial del mar con un termómetro de cubeta para el crucero de invierno y con un CTD General Oceanics Mark III para el crucero de otoño; este último también midió la densidad, la salinidad del agua y profundidad a la estación de muestreo. Las larvas de peces que se analizaron son únicamente las de la malla con luz de 505  $\mu\text{m}$ . El método de muestreo fue el sugerido por Smith y Richardson (1979) donde los arrastres se realizaron hasta una profundidad máxima de 210 m, o menor hasta donde la profundidad lo permitiera en las estaciones costeras con poca profundidad. Las muestras de zooplancton se analizaron sin fraccionar y las larvas de peces se separaron del resto de la muestra preservándose en alcohol etílico al 90 % en ambos cruceros.

Las larvas se identificaron siguiendo los criterios establecidos en el trabajo de Moser (1996). Debido a la falta de descripciones taxonómicas para algunas larvas de peces, algunos organismos no pudieron identificarse a especie, pero cuando sus patrones de pigmentación y morfométricos indicaban que se trataba de una unidad taxonómica diferente a las demás formas, se les asignó un tipo, antecedido por el nombre de la familia o género correspondiente. (p. ej. Gobiidae sp., ó Gobiidae sp.-1, Gobiidae sp.-2). Aquellos *taxa* que carecen de un tipo asignado pueden incluir una o más especies (p.ej. Bregmaceros spp.). Las especies identificadas se contabilizaron y la abundancia se normalizó a 10 m<sup>2</sup> de superficie marina de acuerdo con Smith y Richardson (1979).

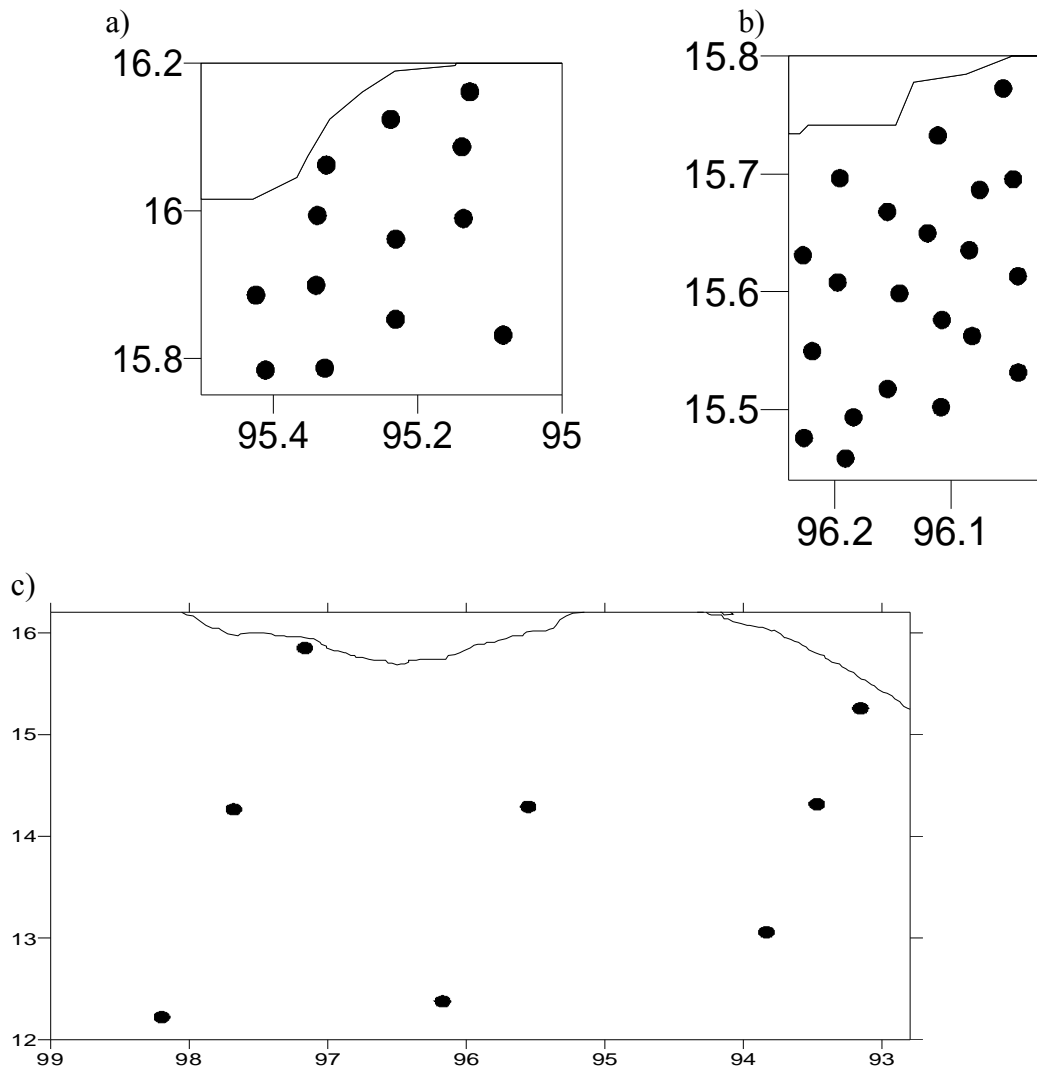
Para el análisis de la comunidad se estimó la riqueza de especies (R), utilizada para medir número de especies en una unidad de muestreo definida; el índice de diversidad de Shannon  $H'$  (Shannon y Weiner, 1949), que mide el grado promedio de incertidumbre en la predicción de cual es la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar en un conjunto; índice de equitabilidad J (Lambshead, 1983), usado para medir la dominancia y darse una idea de cómo se encuentran repartidas las especies en un área de muestreo de acuerdo a su abundancia relativa; índice diversidad de Simpson  $1-\lambda'$  (Simpson, 1949), el cual nos indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie. Los índices de diversidad y equitabilidad se calcularon con logaritmo base 2. También se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957) que clasifica las especies en orden descendente de acuerdo a su similitud y abundancia relativa. Con este índice se realizaron dendrogramas simples (modo R) para formar los grupos recurrentes. Las especies empleadas en el dendrograma se encontraron mínimamente en 4 estaciones de muestreo para cada crucero y representaron el 15 % en las estaciones muestreadas.

Para determinar dichos grupos se estableció el criterio de 50 % de similitud entre especies. En el cálculo del índice, la matriz de datos de abundancia (número de organismos por especie por estación) se normalizó con la fórmula  $\text{Log}_e (X+1)$ , donde X es la abundancia. Finalmente se realizó un análisis gráfico comparativo entre la distribución y abundancia de especies respecto a las isotermas superficiales por estación. Asimismo, para la riqueza de especies (R), diversidad de Shannon ( $H'$ ), Simpson ( $1-\lambda'$ ) y Equitabilidad (J).

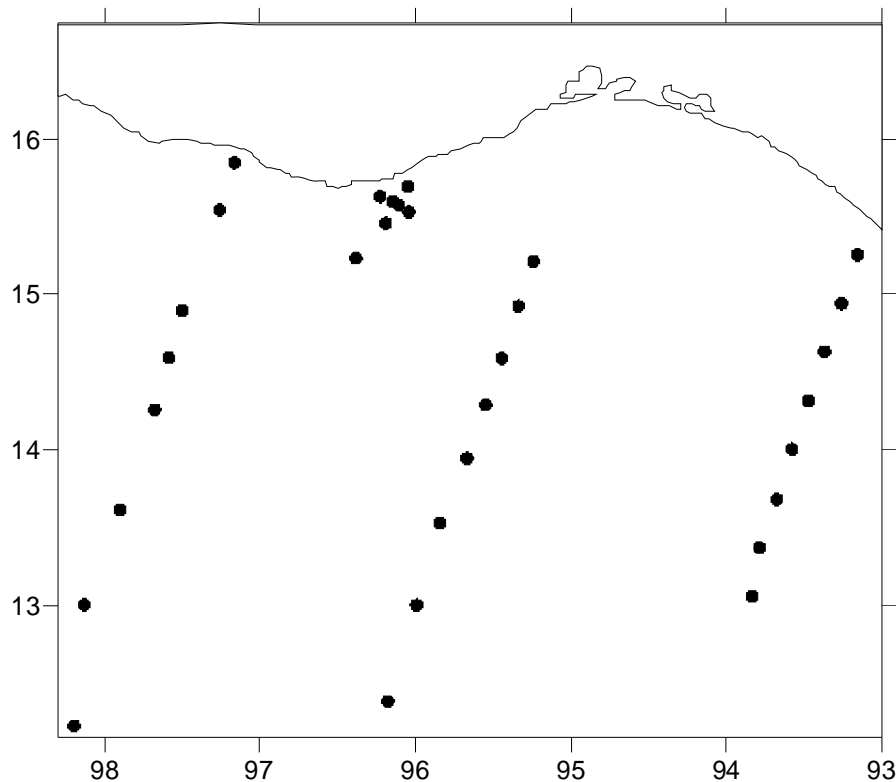
*Ictioplancton Golfo de Tehuantepec*

Entre el 30 de junio y 12 de julio del 2007 se obtuvieron un total de 13 arrastres superficiales en la zona costera aledaña a Salina Cruz (Fig. 2a); 21 arrastres superficiales en la zona costera aledaña a Huatulco (Fig. 2b); 5 arrastres superficiales en la región nerítico-oceánica del Golfo de Tehuantepec (Fig. 2c).

Los arrastres superficiales se realizaron con una red cónica de 333  $\mu\text{m}$  de luz de malla y un flujómetro para estimar el volumen de agua filtrado de acuerdo con la técnica de Smith y Richardson (1979). La duración de cada arrastre fue de 10 min.



**Figura 2.-** Distribución de estaciones de muestreo de arrastres superficiales de zooplancton en: a) la zona costera de Salina Cruz; b) la zona costera de Huatulco; c) la región nerítico-oceánica del Golfo de Tehuantepec.



**Figura 3.** Localización de estaciones de muestreo con arrastres Bongo oblicuos en la zona nerítico oceánica del Golfo de Tehuantepec.

Adicional a los arrastres de superficie, se realizaron 6 arrastres oblicuos en la zona costera de Huatulco y 26 en la zona nerítico-oceánica del Golfo de Tehuantepec (Fig. 3).

Los arrastres oblicuos se realizaron con una estructura de doble manga de redes Bongo de 505 y 333  $\mu\text{m}$  de luz de malla, equipadas con flujómetros para determinar el volumen de agua filtrada. Los arrastres se hicieron hasta una profundidad de 210 m o hasta donde la profundidad de la estación lo permitiera, dejando siempre un margen de 10 m entre el fondo del mar y la red. El método de muestreo con redes Bongo es ampliamente detallado en Smith y Richardson (1979).

Las muestras de red Bongo de 505  $\mu\text{m}$  y las de la red de superficie se fijaron en frascos de 1 l de capacidad con formol al 4% neutralizado con borato de sodio. Mientras que las muestras de la red Bongo de 333  $\mu\text{m}$  de luz de malla se fijaron en alcohol etílico.

Una vez en el laboratorio, se determinó la biomasa zooplanctónica por el método de volumen desplazado de acuerdo a lo descrito por Beers (1976). La biomasa zooplanctónica se estandarizó a  $\text{ml}/1000 \text{ m}^3$  de agua de mar filtrada de acuerdo a lo recomendado por Smith y Richardson (1979).

## RESULTADOS

### *Moluscos Holoplanctónicos*

Se analizaron las muestras obtenidas de 158 arrastres oblicuos, en donde se identificaron y contabilizaron un total de 23,995 organismos, agrupados en 3 órdenes, 6 subórdenes, 12 familias, 24 géneros 50 especies y 9 taxa o tipos (Tabla I).



Tabla I. Elenco taxonomico de las especies encontradas durante el periodo de estudio, en el Golfo de California.

	CGC 0503	CGC 0505	CGC 0509	CGC 0603
<b>Suborden HETEROPODA Lamarck, 1801</b>				
<b>Superfamilia CARINOIDEA Blainville, 1818</b>				
<b>Familia ATLANTIDAE</b>				
<i>Atlanta</i> Lesuer, 1817				
<i>Atlanta echinogyra</i> Richter, 1972		X	X	X
<i>Atlanta gauchaudi</i> Souleyet, 1852		X	X	X
<i>Atlanta helicoides</i> Souleyet, 1852		X	X	X
<i>Atlanta inclinata</i> Souleyet, 1852		X	X	X
<i>Atlanta inflata</i> Souleyet, 1852		X	X	X
<i>Atlanta lesueri</i> Souleyet, 1852	X	X	X	X
<i>Atlanta peroni</i> Lesuer, 1817		X	X	X
<i>Atlanta plana</i> Richter, 1972		X	X	X
<i>Atlanta turriculata</i> d'Orbigny, 1863	X	X		
<i>Atlantla californiensis</i> Seapy, 2000		X	X	X
<i>Atlanta oligogyra</i> Tesch, 1906		X	X	X
<i>Atlanta</i> sp.1	X	X		
<i>Atlanta</i> sp.2			X	X
<i>Oxygyrus</i>				
<i>Oxygyrus kerauderi</i> (Lesuer, 1817)				X
<b>Familia CARINARIIDAE</b>				
<i>Carinaria</i> Lamarck, 1801				
<i>Carinaria japonica</i> Okutani, 1955	X	X		
<i>Carinaria lamarcki</i> Peron & Lesuer, 1810		X		
<i>Cardiapoda</i> d'Orbigny 1835				
<i>Cardiapoda placenta</i> (Lesson, 1830)	X	X		X
<i>Cardiapoda richardi</i> Vayssière, 1904	X	X		X
<b>Familia PTEROTRACEHIDAE</b>				
<i>Pterotrachea</i> Forskal, 1775				
<i>Pterotrachea coronata</i> Niebuhr, 1775	X	X	X	X
<i>Firoloida</i> Lesuer, 1817				
<i>Firoloida desmarestia</i> Lesuer, 1817	X	X	X	X
<b>Subclase OPISTHOBRANCHIA</b>				
<b>Orden THECOSOMATA</b>				
<b>Suborden EUTHECOSOMATA</b>				
<b>Familia CAVOLINIIDAE</b>				
<b>Subfamilia CAVOLINIINAE</b>				
<i>Cavolinia</i> Abildgaard, 1791				
<i>Cavolinia inflexa</i> (Lesuer, 1813)	X	X		X
<i>Cavolinia tridentata tridentata</i> (Niebuhr, 1775)	X			
<i>Cavolinia uncinata</i> (Rang, 1829)	X			
<i>Diacavolinia</i> Van der Spoel, 1987				
<i>Diacavolinia longirostris</i> (Blainville, 1851)	X	X	X	X
<i>Diacria</i> J. E. Gray, 1847				
<i>Diacria quadridentata quadridentata</i> (Blainville, 1821)		X	X	X
<b>Subfamilia CLIOINAE</b>				
<i>Clio</i> Linnaeus, 1767				
<i>Clio pyramidata</i> var. <i>lanceolata</i> Linnaeus, 1767	X	X	X	
<i>Creseis</i> Rang, 1828				
<i>Creseis acicula</i> var. <i>acicula</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>conica</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>virgula</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i> (Rang, 1828)				X
<i>Creseis chiarchiae</i>				X
<i>Hyalocylis</i> Fol, 1875				
<i>Hyalocylis striata</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X

Familia LIMACINIDAE				
<i>Limacina</i> Bosch, 1817				
	<i>Limacina helicina</i> (d'Orbigny, 1836)	X	X	
	<i>Limacina inflata</i> (d'Orbigny, 1836)		X	
	<i>Limacina trochiformis</i> (d'Orbigny, 1836)	X	X	X X
Suborden PSEUDOTHECOSOMATA				
Familia PERACLIDIDAE Tesch, 1913				
<i>Peraclis</i> Forbes, 1814				
	<i>Peraclis apicifulva</i> Meinsenheimer, 1906	X	X	X
Familia DESMOPTERIDAE Chun, 1889				
<i>Desmopterus</i> Chun, 1889				
	<i>Desmopterus pacificus</i> Essenberg, 1919	X	X	X X
	<i>Desmopterus papillo</i> Chun, 1889	X	X	X X
Orden GYMNOSOMATA Blainville, 1834				
Familia PNEUMODERMATIDAE Latreille, 1825				
<i>Pneumoderma</i> Cuvier, 1805				
	<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>pacificum</i> (Oken, 1815)	X	X	X X
<i>Pneumodermophis</i> Cuvier, 1805				
	<i>Pneumodermophis machrorica</i> Meisenheimer, 1905	X	X	
	<i>Pneumodermophis ciliata</i> (Gengerbaur, 1885)	X	X	
	<i>Pneumodermophis</i> cf <i>caenophora</i>	X		
Familia NOTOBRANCHAEIDAE Pelseer, 1886				
<i>Thliptodon</i> Boas, 1886				
	<i>Thliptodon diaphanus</i> Boas, 1886			X
Familia CLIOPSIDAE Costa A, 1873				
<i>Cliopsis</i> Troschel, 1854				
	<i>Cliopsis krohni</i> Troschel, 1854	X		X
<i>Clione</i> (Phillips, 1774)				
	<i>Clione limacina</i> var. <i>limacina</i> (Phillips, 1774)	X	X	X X
	<i>Clione limacina</i> var. <i>minuta</i> (Phillips, 1774)			X
Orden NUDIBRANCHIA				
Suborden DENDRONOTINA Odhner, 1934				
Familia PHYLLIROIDAE				
<i>Phylliore</i> Pèron & Lesuer, 1810				
	<i>Phylliore bucephala</i> Pèron & Lesuer, 1810		X	
<i>Cephalopyge</i> Hanel, 1905				
	<i>Cephalopyge trematoides</i> (Chun, 1889)		X	
<i>Gleba</i>				
	<i>Gleba cordata</i>			X
Suborden AEOLIDIINA				
Familia GLAUCIDAE				
<i>Glaucus</i> Foster, 1777				
	<i>Glaucus atlanticus</i> Foster, 1777			X X

De las 50 especies encontradas y 9 taxa o tipos, tenemos que 33 especies corresponden a nuevos registros para el Golfo de California, Heterópoda con 10 especies, Pterópoda con 14 especies, Gymnostomida con 9 especies (Tabla II), que corresponden al 62%.

Tabla II. Nuevos registros de Moluscos holoplanctónicos para el Golfo de California, México

Heteropoda	Pteropoda	Gymnostomida
<i>Atlanta helicoides</i>	<i>Cavolinia inflexa</i>	<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>pacificum</i>
<i>Atlantla californiensis</i>	<i>Cavolinia uncinata</i>	<i>Pneumodermophis machrorica</i>
<i>Atlanta oligogyra</i>	<i>Diacavolinia longirostris</i>	<i>Pneumodermophis ciliata</i>
<i>Oxygyrus kerauderi</i>	<i>Creseis acicala</i> var. <i>acicala</i>	<i>Pneumodermophis</i> cf. <i>caenophora</i>
<i>Carinaria japonica</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>conica</i>	<i>Thliptodon diaphanus</i>
<i>Carinaria lamarcki</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>virgula</i>	<i>Cliopsis krohni</i>
<i>Cardiapoda placenta</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i>	<i>Clione limacina</i> var. <i>limacina</i>
<i>Cardiapoda richardi</i>	<i>Creseis chiarchiae</i>	<i>Clione limacina</i> var. <i>minuta</i>
<i>Pterotrachea coronata</i>	<i>Limacina helicina</i>	<i>Gleba cordata</i>
<i>Firoloida desmarestia</i>	<i>Limacina inflata</i>	
	<i>Limacina trochiformis</i>	
	<i>Peraclis apicifulva</i>	
	<i>Desmopterus pacificus</i>	
	<i>Desmopterus papillo</i>	

De los 39 registros encontrados de moluscos holoplanctonicos qué en este trabajo se han identificado; 6 son nuevos registros para el Pacifico Americano (Tabla III).

Tabla. III. Nuevos registros de Moluscos Holoplanctónicos para el Pacifico Americano.

<i>Diacavolinia longirostris</i>	<i>Pneumodermophis</i> cf. <i>caenophora</i>
<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i>	<i>Gleba cordata</i>
<i>Limacina helicina</i>	
<i>Desmopterus papillo</i>	

### Riqueza:

La riqueza máxima encontrada fue en el crucero CGC0603 con 21 especies, la mínima se registró en el crucero CGC0509 (14 especies). Los cruceros CGC0503 y CGC0505 presentaron 17 y 19 especies respectivamente. La distribución de la riqueza mostró dos regiones de alta abundancia diversidad. En tres cruceros (0503, 0509 y 0603), la porción entre Bahía de La Paz y Bahía Topolobampo marca un límite aparente de baja abundancia de especies entre las dos regiones mencionadas, excepto crucero CGC0505, donde el límite se observó en Isla del Carmen. (Fig. 4).

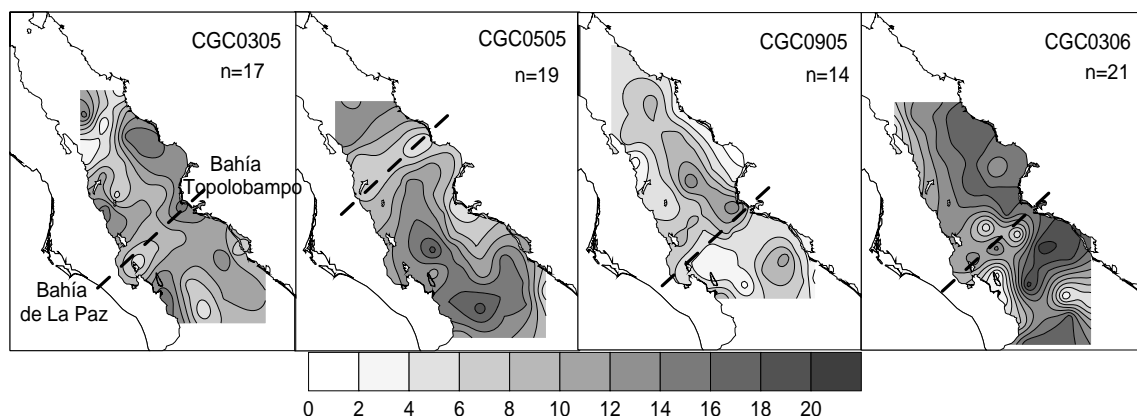


Fig. 4. Distribución de las especies de moluscos holoplanctónicos encontrados durante el periodo de estudio, para cada uno de los cruceros. N representa el número de especies identificadas en cada crucero.

**Diversidad:**

Los valores de diversidad obtenidos a partir del Índice de Shannon ( $H'$ ) para los cruceros CGC0503 y CGC0509 mostraron valores similares, mientras que el CGC0505 presentó los valores más altos ( $>3.5$  bits/ind); los valores más bajos ( $<1$  bits/ind) se registraron para el crucero CGC0603, que presentó el mayor número de especies pero con bajas abundancias (Fig. 5). Más sin embargo persiste la formación de grupos, manteniéndose el grupo sureño, el cual a diferencia de lo mostrado por el número de especies, la separación se presenta al norte de Isla San José, a excepción del crucero 0306 donde la separación se observa más al sur.

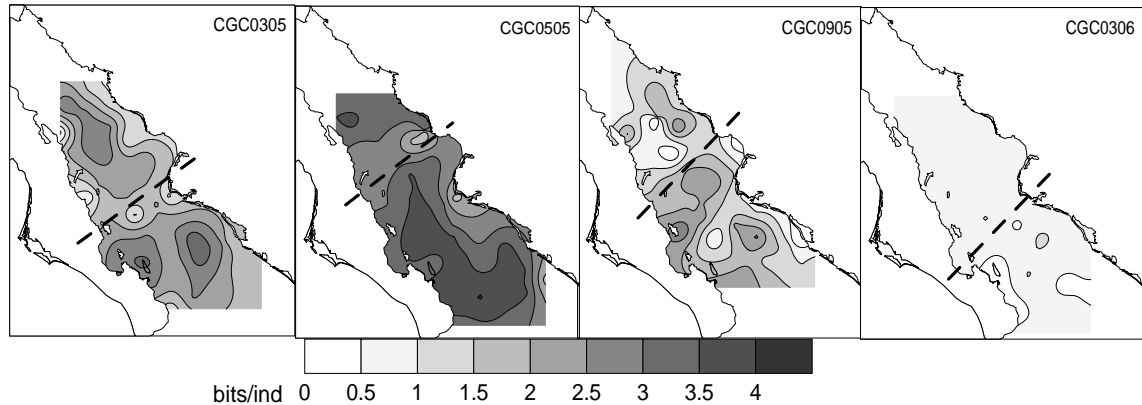


Fig. 5 Índice de diversidad de Shannon  $H'$  por crucero.

En cuanto a la bioregionalización a partir de los moluscos holoplanctónicos en la porción centro-sur del Golfo de California tenemos que con lo que respecta a los grupos (Frió I, Transicional II y Calido III), se obtiene que al utilizar el método de agrupamiento de Bray-Curtis, la conformación de 2 grupos principales, que al contrastarlo con las estaciones, (Fig.6). Se observa que para el Grupo I (Frió) la concentración de moluscos se encuentra en la boca del golfo y se extiende hasta la parte central, en los grupos II y III, se observa que en la región comprendida de Bahía de La Paz y de Topolobampo, donde se observa una separación de los grupos, donde conforma uno sureño y uno norteño.

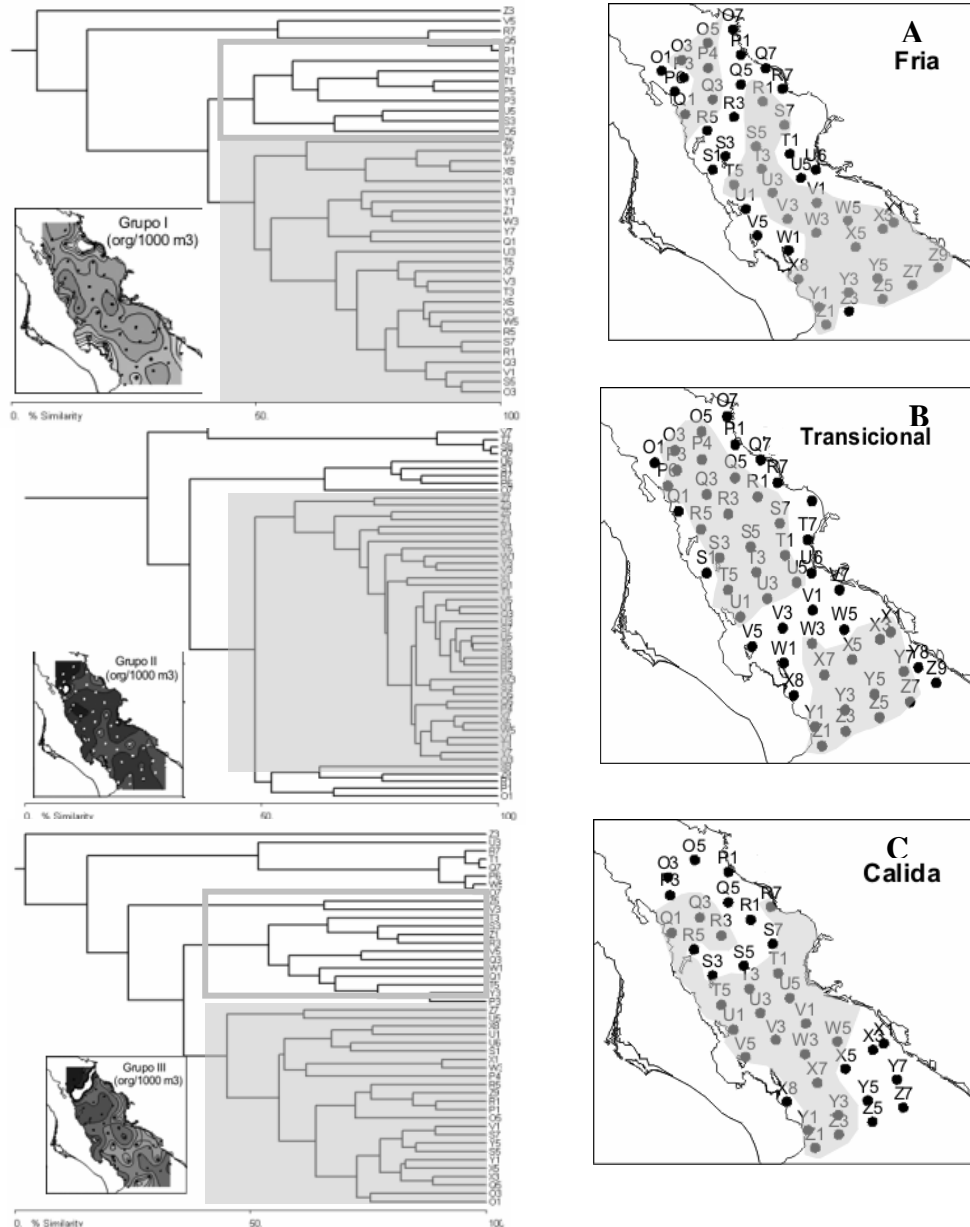


Fig. 6. Representación grafica del método de agrupamiento de Bary-Curtis para los moluscos holoplanctónicos para cada temporada. A) Grupo I (Frió), B) Grupo II (Transicional) y C) Grupo III (Calido).

## *Larvas de peces del Golfo de California*

En la región nororiental del Pacífico y en el Golfo de California se han registrado 586 especies de peces a nivel larvario (Moser, 1996). Sólo en el Golfo de California se han descrito 753 especies de peces adultos, siendo este el ecosistema más diverso del Pacífico oriental (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). La alta diversidad del Golfo de California se manifiesta en los 123 *taxa* registrados en este trabajo; si bien esta cantidad es alta; resulta pequeña en comparación con trabajos más extensos realizados en la misma zona (Aceves-Medina *et al.*, 2003a ; 2004) 283 *taxa*, la cantidad de especies de larvas de peces obtenida por el presente trabajo representa una contribución importante si se considera que sólo fueron analizadas 62 muestras en 2 cruceros oceanográficos, comparadas con las 464 muestras analizadas en 10 cruceros oceanográficos, realizadas por Aceves-Medina *et al.* (2003a). De la suma de ambos listados resultan 326 *taxa*, que representan 43.29 % de las especies descritas como adultos. La alta diversidad del Golfo de California resalta, si se compara con la riqueza de especies observada en otros trabajos más extensos elaborados en áreas aledañas, como el de Moser y Smith (1993), en la corriente de California que ocupó 31,214 estaciones de muestreo durante 1951 a 1984, resultando 249 *taxa*; Franco-Gordo *et al.* (1999), en las costas de Jalisco y Colima elaboraron un listado taxonómico citando 102 *taxa* presentes. Estos valores son pequeños si se ponderan con el esfuerzo de muestreo y la extensión del área estudiada y se comparan de esta forma con los encontrados en el presente estudio. Aún a nivel familia, el Golfo de California muestra una mayor diversidad, ya que sumando las familias de este trabajo y el de Aceves-Medina *et al.*, (2003a) resultaron en total 97, que superan a las 50 encontradas en las costas de Jalisco y colima (Franco Gordo *et al.*, 1999), las 37 registradas en el domo de costa rica (Aguilar-Ibarra y Vicencio-Aguilar, 1994) y a las 53 encontradas en el Pacífico Tropical Oriental (Ahlstrom, 1972), aún teniendo estos trabajos una mayor cobertura de muestreo, mayor temporalidad y mayor número de estaciones muestreadas.

Durante el crucero de invierno del 2005 se identificaron 74 *taxa*, mientras que en el crucero de otoño se identificaron 75. No obstante para el periodo frío sólo son 7 las especies que constituyen el 91 % de la abundancia total, mientras que para el periodo de otoño las especies que representan este mismo porcentaje son 23, lo que evidencia una mayor dominancia en el área de muestreo durante invierno, que la encontrada durante otoño; explicándose esta dominancia con valores relativamente bajos de equitabilidad. El principal componente en ambos cruceros son las especies de afinidad tropical, siendo estas las que mayor abundancia registraron, y ejerciendo un mayor dominio durante Febrero-Marzo con 82 % del total capturado, mientras que en Noviembre estas mismas especies sólo representaron el 57 % de la captura total; la mayor dominancia de larvas de peces tropicales en Febrero-Marzo es atribuida a que el área de estudio durante este periodo se localizó en la parte sur del Golfo de California, además el muestreo se realizó a finales de invierno e inicios de primavera, cuando la corriente tropical comienza a penetrar al Golfo, entrando una masa de agua cálida al sur proveniente del Pacífico, la cual favorece la reproducción de especies cálidas en la boca del Golfo (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). Mientras que el crucero de Noviembre fue realizado a finales de otoño e inicios de invierno en todo el Golfo, periodo durante el cual se desarrolla una masa de agua fría proveniente del alto Golfo que favorece la reproducción de especies templadas (Castro-Aguirre *et al.*, 1995), si bien esta menor abundancia de las especies tropicales durante Noviembre, es atribuida a la masa de agua fría que se desarrolla en el alto Golfo; la presencia de un proceso intenso de surgencia provocó el ascenso de aguas más frías del fondo en la costa continental y probablemente procesos de advección. Las

especies de afinidad templada y subártica que se ven favorecidas para su reproducción y desovan en la temporada de surgencias son los pelágicos menores como *S. sagax*, *E. mordax*, *S. japonicus*, etc. (Green & Hinojosa, 1997)

La familia myctophidae es comúnmente el principal componente en los registros de larvas de peces en la costa del Pacífico como se observa en los trabajos de Aguilar-Ibarra y Vicencio-Aguilar (1994), y Moser y Smith (1993). Dentro del Golfo de California, dicha familia fue más abundante en este trabajo (invierno-otoño 2005), la cual representó el 47 % de la abundancia total, seguida por Phosichthyidae, Engraulidae y Bathylagidae. Myctophidae fue la familia que obtuvo mayor abundancia en los resultados de los cruceros de 1984-1988 (Aceves-Medina *et al.*, 2003a), y de nueva cuenta Engraulidae, Phosichthyidae y Bathylagidae fueron los principales componentes en la muestra.

Tanto en el presente estudio, como en el de Aceves-Medina *et al.* (2003a), la forma más abundante por tipo de hábitat son los organismos mesopelágicos, que durante los cruceros del 2005 obtuvieron 70 % de la captura total, mientras para los cruceros de 1984-1988 fueron el 52 %. Aunque ambos trabajos son muy similares en las especies y familias abundantes existen diferencias en las familias restantes, debido a diferencias en la escala temporal ya que las muestras de 1984-1988 tienen un mayor esfuerzo de muestreo en la época cálida del año, lo que explica las diferencias observadas con respecto al presente trabajo enfocado a la época fría del año. A escalas mayores de tiempo se observan también diferencias en la composición y abundancia de especies.

Durante Febrero-Marzo del 2005 se encontró un mayor dominio de las especies mesopelágicas dentro de Golfo de California con 82 % de la abundancia total, presente en 17 *taxa* (23 %), en tanto que en Noviembre del mismo año, siguió dicho dominio, pero con menor valor de abundancia porcentual (57.9 %) y menor número de *taxa* con 9 (11.8 %). Esto puede ser debido a que durante el crucero de Noviembre del 2005 (periodo cálido), en el Golfo de California se encuentran más especies de aguas cálidas (como son los demersales de aguas someras), que en el crucero de Febrero-Marzo del 2005 (periodo frío) (Aceves-Medina *et al.*, 2003b); además de que los *taxa* mesopelágicos están presentes en el Golfo durante todo el año, presentando mayor abundancia en la época fría, tiempo en que disminuye el número de las especies cálidas como los demersales de aguas someras y en su lugar quedan otras formas como las mesopelágicas.

Los *taxa* más abundantes para los cruceros de 1956-1957 de acuerdo a Moser *et al.*, (1974), fueron dos especies de aguas cálidas *V. lucetia* (21.9 %) y *B. bathymaster* (19.0 %), mientras que para los cruceros de 1984-1988 estuvo el mictófido *B. panamense* (34.2 %) y la anchoveta nortea *E. mordax* (17.6 %), en tanto; *V. lucetia* se ubicó en el cuarto lugar de la abundancia total. Para invierno-otoño 2005, *B. panamense* (21.4 %) y *V. lucetia* (20.8 %) ocuparon la primera y segunda posición respectivamente. En contraste *B. bathymaster* fue una especie poco abundante en este trabajo y el de Aceves-Medina *et al.*, (2003a). Este tipo de cambios de abundancia de las poblaciones de peces se han asociado a cambios climáticos que influyen fuertemente sobre la estructura del ecosistema (Holmgren-Urba y Baumgartner, 1993).

Por ejemplo, la anchoveta nortea *E. mordax* era una especie que no se había encontrado en el Golfo de California (Ahlstrom 1967); sin embargo, en la década de los 80's, se registraron grandes capturas de esta especie en la pesca comercial de pelágicos menores del Golfo de California, acompañada por el declive en la captura de la sardina, que terminó por desplomarse a finales de 1992. Este comportamiento en ambas poblaciones se había observado en la corriente de California durante 1940-1950, donde la sardina sufre un declive y la población de anchoveta se incrementó rápidamente

(Maccall and Prager, 1988). Fue justamente alrededor de 1950 en el océano Pacífico que apareció un régimen frío dominado por *E. mordax*. Dicho régimen se extendió desde 1950 hasta 1975, cuando se observa el cambio a un régimen cálido, dominado por *S. sagax*, el cual se presentó desde 1975-2000. Aproximadamente en el año 2000 empezó de nuevo un régimen frío (Chávez *et al.*, 2003). En el caso del Golfo de California, analizando escamas en sedimentos laminares se demostró que *E. mordax*, así como la macarela (*S. japonicus*), la familia Myctophidae y la sardina *S. sagax* presentaban ciclos decadales o mayores de alta y baja abundancia (Holmgren-Urba y Baumgartner, 1993). La alternancia decadal se pone de manifiesto con *E. mordax* y *S. sagax*, ya que la primera estuvo ausente en el Golfo de California en los cruceros de 1956-1957 presentándose *S. sagax* como una de las especies más abundantes, en cambio en el trabajo de Aceves-Medina *et al.*, 2003a (cruceros de 1984-1988) y en el presente estudio (invierno-otoño 2005) *E. mordax* tiene una alta abundancia y *S. sagax* una baja abundancia. Con los mictófidis y la macarela no se observó este comportamiento, reflejando la complejidad que tiene el Golfo de California ya que es un sistema cambiante y de grandes contrastes ictiofaunísticos (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

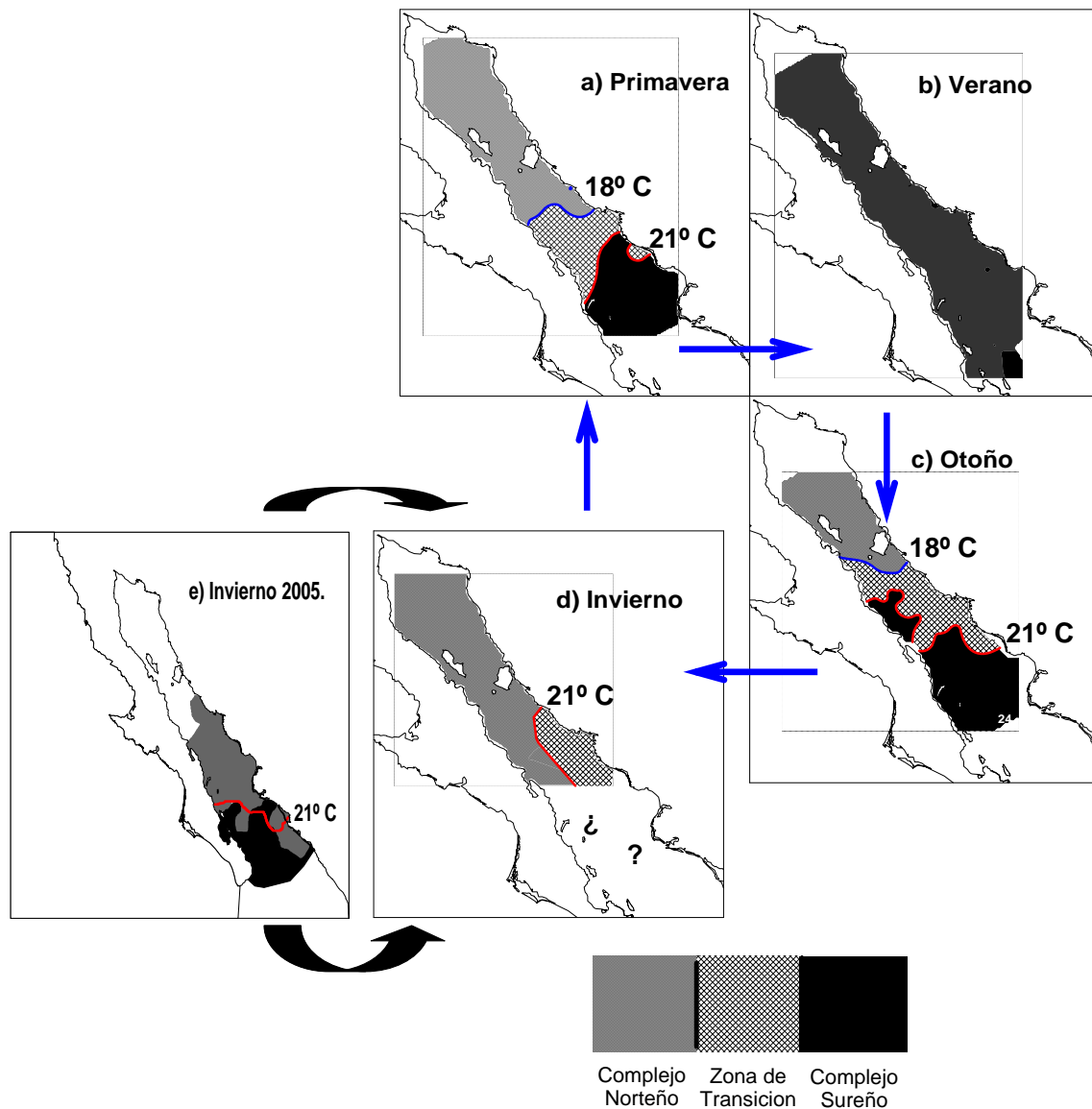
La dinámica de las corrientes oceánicas dentro del Golfo de California incluye la entrada de una masa de agua cálida proveniente del sur, que favorece la reproducción de especies tropicales-subtropicales y una masa de agua fría-subsuperficial generada como resultado del enfriamiento del agua de alta salinidad del alto Golfo, y que durante el invierno fluye hacia el sur favoreciendo la reproducción de especies templado-subárticas (Castro – Aguirre *et al.*, 1995). La zona de interacción entre ambas masas de agua se realiza al sur de las grandes Islas en la región central del Golfo, originando un efecto de borde donde la diversidad es particularmente alta (Castro – Aguirre *et al.*, 1995). La diversidad de dicho sistema es resultado de una alta riqueza de especies, misma que es comparable e incluso mayor a la encontrada en otros lugares. Por ejemplo; en toda la serie de cruceros CalCOFI el número máximo de *taxa* por estación fue 29 con una moda de 6 especies de larvas de peces por arrastre (Moser y Smith, 1993). Para el presente estudio se repiten estos valores de moda y riqueza máxima por estación, en tanto que Aceves-Medina (2003) encuentra una riqueza específica máxima por estación bastante alta (61 *taxa*), pero con un valor modal muy similar con el trabajo de Moser y Smith (1993) y el presente estudio. A pesar de que en este estudio sólo se realizaron 62 arrastres en 2 cruceros para los periodos de otoño e invierno, la riqueza específica encontrada refleja un comportamiento de diversidad similar a la serie de CalCOFI (25 cruceros). Esta comparación permite suponer que aún en el periodo frío de menor diversidad de larvas de peces del Golfo de California, la riqueza de especies es igual o mayor a la de toda la serie CalCOFI analizada por Moser y Smith (1993).

Los cambios temporales y espaciales de diversidad de larvas de peces del Golfo de California se relacionan con cambios en la dirección e intensidad de las corrientes y masas de agua, así como con la presencia de procesos oceanográficos como las surgencias y giros (ciclónicos-anticiclónicos) semi-permanentes que se presentan todo el año y cambian de intensidad y dirección dependiendo de la época en que se presenten (Soto-Mardones *et al.*, 1999). Por ejemplo, las zonas de surgencia implican una alta mezcla vertical y un movimiento de la columna de agua que cuando es muy intenso impide la alimentación de las larvas, cuando estas se encuentran en los primeros estadios de vida (Aceves-Medina *et al.*, 2004), por lo que esta zonas frecuentemente se encuentran caracterizadas por una baja riqueza de especies. Por el contrario la mayor diversidad de larvas de peces del Golfo de California y el área de influencia de la corriente de California están asociadas a la mayor estabilidad de la columna de agua durante los meses de verano (Aceves-Medina *et al.*, 2004).



La presencia de transporte de procesos de surgencias, implica nutrientes y agua fría desde el fondo hacia la superficie (Paden *et al.*, 1991). Como se observó en los resultados, durante el otoño del 2005 las zonas con baja diversidad estuvieron asociadas a la zona de agua fría ocasionadas por un proceso de surgencia costera debido a los vientos del noroeste frente a Guaymas. De acuerdo a Hamman *et al.* (1988) para primavera e invierno las surgencias generadas por los vientos son responsables del transporte de larvas desde el continente hacia la península, sin embargo Aceves *et al.* (2003 b) sugiere que giros oceánicos pueden ser responsables del transporte de larvas, ya sea reteniendo larvas en el eje central del Golfo o dispersándolas hacia las costas. En este trabajo se observó que en el invierno se presentan dos zonas de alta diversidad separadas por una zona de baja diversidad dentro del Golfo de California, dejando ver claramente dos asociaciones de larvas de peces distintas, la asociación de especies calidas (complejo sureño) al sur del área de estudio y una asociación de especies templadas al norte del área de estudio (complejo norteño). Aún en presencia de procesos intensos de surgencias como los ocurridos durante otoño se presentan estas dos asociaciones o comunidades de larvas de peces. En invierno se observa una alta diversidad en la zona de transición asociada con una alta riqueza específica, mientras que en otoño se observa una baja riqueza de especies, pero una alta diversidad larval atribuida a la presencia de agua fría producida por un proceso de surgencia que causa una mezcla vertical aparentemente asociada a un giro que se presenta frente a Guaymas, como el observado para primavera y otoño (Badan-Dangon *et al.*, 1985; Navarro-Olache, 1989).

La temperatura del mar es un factor limitante para las comunidades de peces, que juega un papel muy importante en la distribución geográfica y abundancia de los peces (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). Se han realizado muchos estudios tratando de establecer la relación entre la temperatura y la distribución de las comunidades de peces, pero dada la extrema variabilidad del ambiente y el efecto combinado de otras variables hasta el momento se tiene apenas una idea aproximada del efecto de los gradientes térmicos y la distribución de las comunidades de peces del Golfo de California. Para las larvas de peces se ha observado que las isotermas de los 18 °C y 21 °C pueden ser utilizadas como límites de distribución de la comunidad tropical en el primer caso y la comunidad de especies templadas en el segundo caso, particularmente para los meses de otoño y primavera (Aceves-Medina *et al.*, 2004). De acuerdo a esta perspectiva, los límites entre comunidades varían de acuerdo a la época y condiciones oceanográficas ya que durante el calentamiento estacional de Golfo de California que inicia en primavera, la comunidad tropical se irá expandiendo al norte, limitada por la isoterma de los 18 °C (Fig. 7 a), mientras que la comunidad templada se contrae en la misma dirección limitando su distribución la isoterma de los 21 °C. El avance máximo de la comunidad tropical culmina en verano cuando las larvas de especies templadas están ausentes y se invierte el proceso en los meses de otoño (Fig. 7 b y c) (Aceves-Medina *et al.*, 2004).

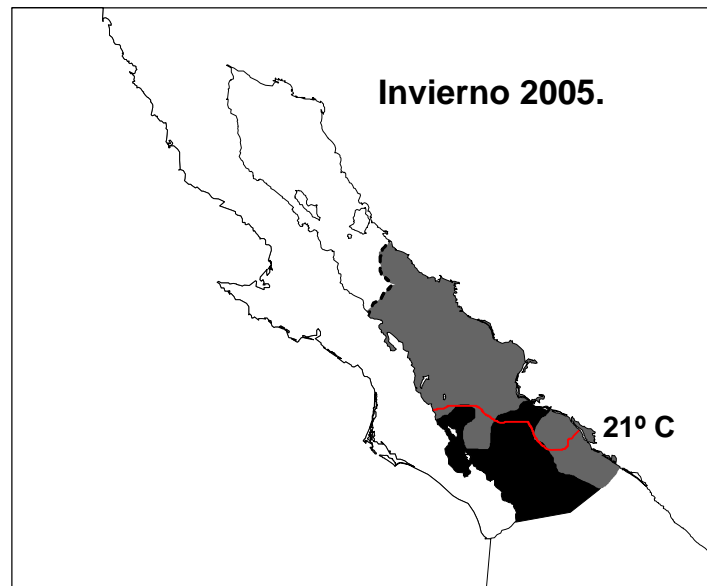


**Figura 7.-** Subdivisiones zoogeográficas del Golfo de California basada en las asociaciones de larvas de peces. a) Primavera; b) Verano; c) Otoño; d) Invierno. Marcando la isoterma de los 18° C (línea Azul), el límite de distribución norte del complejo sureño y la isoterma de los 21° C (línea Roja), el límite de distribución sur del complejo norteño. (Tomado de Aceves-Medina *et al.*, 2004). Agregada a este modelo; e) la regionalización realizada durante el invierno del 2005.

Debido a la falta de información para los meses de invierno al sur del Golfo de California, se desconocía si esta isoterma de 21 °C persistía como indicador de la distribución de la comunidad templada en el periodo frío (Fig. 7 d). Así mismo, debido a que a procesos oceanográficos como las surgencias pueden alterar los gradientes térmicos latitudinales, se desconocía también el efecto de estos procesos en la distribución de las comunidades de larvas de peces.

La estructura de asociaciones de larvas de peces se muestra de la misma manera que otros trabajos elaborados en esta región, ya que durante el invierno se forman dos complejos ictiofaunísticos (Fig. 8): Complejo sureño (tropical-subtropical) y complejo norteño (templado-subártico), que a su vez permiten regionalizar al Golfo de California en 3 zonas: Norte (especies templadas-subárticas), Sur (especies tropicales-

subtropicales) y centro o de transición (mezcla de ambas faunas), la diferencia entre las regionalizaciones de estos trabajos se observan en cambios en el gradiente latitudinal y son explicadas por el movimiento de las masas de agua durante el año (Aceves-Medina *et al.*, 2004). El complejo norteño estuvo conformado por casi todas especies encontradas por Aceves-Medina *et al.* (2004), y se distribuyó latitudinalmente desde Bahía de La Paz hacia Bahía Concepción, como se observó en trabajos anteriores, dicho complejo norteño tuvo como límite de distribución sur la isoterma de los 21° C, con lo que se apoya nuestra hipótesis y lo sugerido por Aceves-Medina *et al.*, (2004) de que la isoterma de los 21° C es útil para establecer el límite de distribución sur del complejo norteño.



**Figura 8.-** Subdivisión zoogeográfica del Golfo de California basada en las asociaciones de larvas de peces, durante el Crucero de Febrero-Marzo del 2005. En línea Roja la isoterma de los 21° C.

Con esta información y la obtenida con la distribución de diversidad de invierno, se complementa el esquema propuesto por Aceves-Medina *et al.*, 2004 (Fig.7 e). Durante el crucero de otoño del 2005 los límites de distribución del complejo norteño no se asociaron a la isoterma de los 21 ° C, lo cual puede ser explicado por la presencia de los procesos de surgencia ocurridos durante el periodo de estudio frente a la costa de Guaymas, que provocaron procesos de advección hacia la península arrastrando huevos y larvas hacia el norte y sur de la costa peninsular del Golfo. Y desestabilizando el patrón general de distribución de comunidades propuesto en la Figura 7.

Durante el otoño del 2005 el complejo sureño tuvo como límite norte de distribución la zona de las grandes islas, que ya ha sido declarada anteriormente por varios autores como una barrera geográfica para las especies tropicales que penetran al Golfo de California (Brinton *et al.*, 1986; Castro-Aguirre *et al.*, 1995). La isoterma de los 18° C no estuvo presente en el área de estudio, durante el periodo analizado (Marzo y Noviembre), por lo que no fue posible contrastar la hipótesis de que dicha isoterma es útil para establecer el límite de distribución norte del complejo sureño.

En general, la formación de grupos recurrentes en el otoño del 2005 muestra diferencias importantes en el arreglo de las asociaciones con respecto a los estudios anteriores en la misma zona; Por ejemplo, en este trabajo se observan asociaciones entre especies de afinidad tropical con especies de afinidad templada como es el caso del grupo 2 (*Citharichthys* sp.-1, *C. pauciradiatus*, *A. sialis* y *C. fragilis*) y el grupo 5 (*B.*

*panamense* y *E. mordax*), mientras que en las de otoño de 1984-1988 analizados por Aceves-Medina *et al*, (2004), las asociaciones de especies por afinidad faunística presentan una clara separación entre grupos tropicales y templados. Si bien la asociación establecida entre *B. panamense* (mesopelágico-tropical) y *E. mordax* (epipelágico-templado) estuvo basada principalmente en su gran abundancia y alta frecuencia de aparición en el área de estudio, los gradientes de abundancia de ambas especies son inversos, dejando ver claramente la afinidad tropical de *B. panamense* como especie abundante al sur del Golfo y la afinidad templada de *E. mordax* como especie abundante al norte de dicho ecosistema.

La mezcla observada entre especies demersales de agua somera con especies mesopelágicas como en el caso del grupo 3 (*D. laternatus*, *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *S. atramentatus*, *Symphurus oligomerus* y *Etropus* sp. ¿peruvianus?) y grupo 5 (*B. panamense* y *E. mordax*) de otoño es en apariencia un elemento comúnmente observado en el Golfo de California debido a la presencia y la relativa cercanía de ambas costas (peninsular y continental). En general las regiones oceánicas abiertas como sería el caso de la costa Pacífico de Baja California Sur tienden a presentar grupos demersales separados de los mesopelágicos, ya que en este caso el transporte lejos de la costa de especies demersales representa un problema cuando los juveniles están en la etapa de asentamiento. En el caso del Golfo de California la presencia de una costa frente a otra resuelve parcialmente este problema y de hecho muchas especies demersales de agua somera parecen tener la estrategia de acumular larvas en aguas oceánicas para escapar de la intensa depredación de la costa (Aceves-Medina *et al*, 2003; 2006). Sin embargo, en particular las especies de *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* del grupo 3 tienden a presentarse en grupos separados de las especies demersales, como es observado por Moser y Smith (1993) y Aceves-Medina *et al*, (2004).

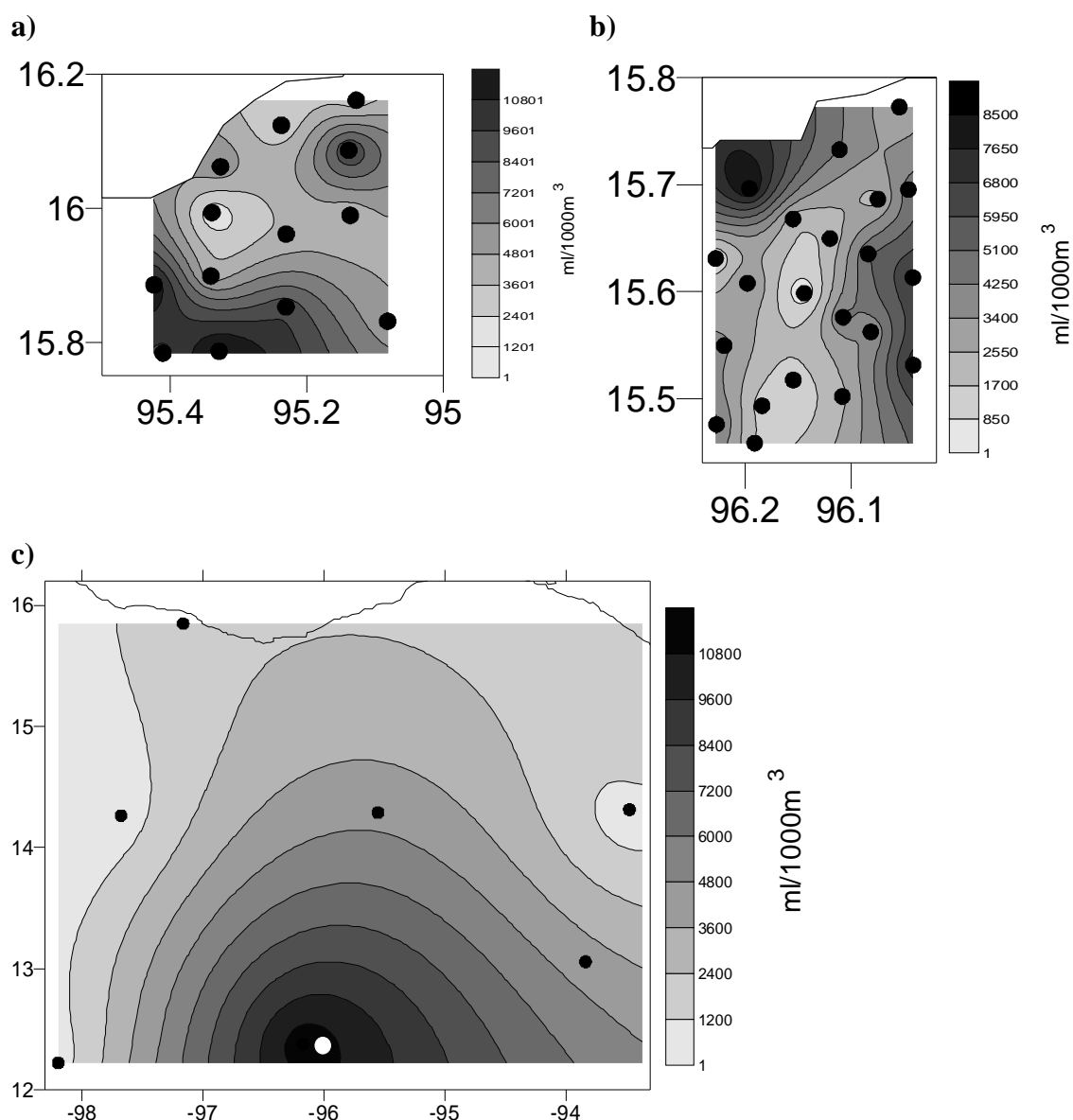
Las diferencias observadas en la composición y estructura de las asociaciones del otoño del 2005 con las registradas en trabajos anteriores pueden ser explicadas debido a que durante este periodo se presentó un fuerte proceso de surgencia que modificó la estructura térmica latitudinal encontrada en otros trabajos, dominando en la zona de estudio un gradiente longitudinal costa-costa que provocó la formación de asociaciones de larvas de peces, en su mayoría diferentes a las descritas anteriormente. En general se concluye que para el invierno la isoterma de los 21 °C es útil para establecer los límites de distribución sur de la comunidad norteña durante la época fría del Golfo de California y las asociaciones de larvas de peces se desplazan latitudinalmente en este ecosistema. No obstante esta tendencia puede modificarse cuando se presentan surgencias intensas como en el caso del otoño del 2005.

### *Golfo de Tehuantepec*

En esta sección se describen los resultados parciales del análisis de las muestras de zooplancton y se informa el estado de avance hasta el momento.

A continuación se describen los estadísticos básicos para cada una de las regiones por tipo de arrastre realizado.

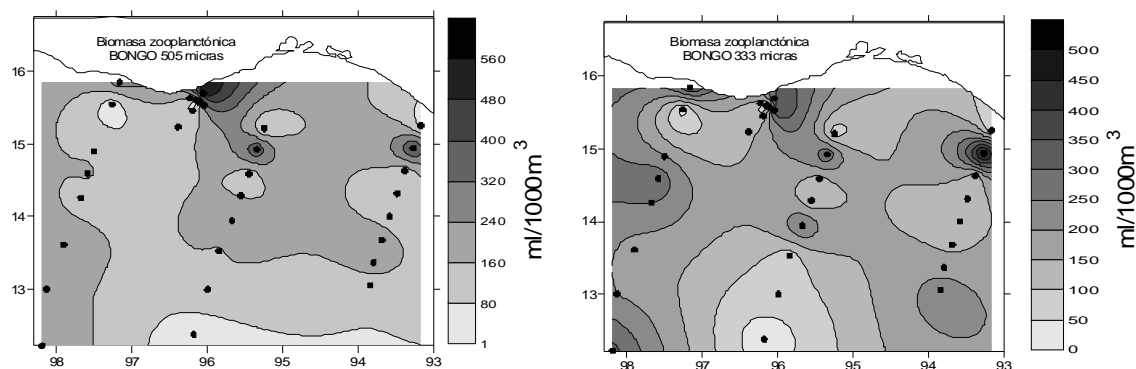
La biomasa zooplantónica para Salina Cruz fue la más alta de los arrastres superficiales, el valor promedio fue de 6302 ml/1000m<sup>3</sup>, pero con valores máximos fueron de 12400 ml/1000m<sup>3</sup>. La mayor concentración de biomasa zooplantónica se encontró en la región suroeste del área de estudio (Fig. 9a).



**Figura 9.-** Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica en superficie de: a) zona costera de Salina Cruz; b) zona costera de Huatulco; c) zona nerítico-oceánica del Golfo de Tehuantepec.

En el área de Huatulco, los valores de biomasa zooplanctónica resultan en un promedio de 3466.12 ml/1000 m<sup>3</sup>. En este caso los valores más altos se presentaron en la zona costera y la región este del área de estudio (Fig. 9b). En el caso del Golfo de Tehuantepec, los valores de biomasa zooplanctónica se presentaron en un intervalo de 225 a 11676 ml/1000m<sup>3</sup> con un valor promedio de 3154 ml/1000m<sup>3</sup>, en este caso con la mayor abundancia en la región centro-sur del área de estudio (Fig. 9c).

La biomasa zooplanctónica obtenida a partir de los arrastres Bongo, muestra en general los mismos patrones de distribución con valores promedio muy similares que están en 4755 ml/1000m<sup>3</sup> para la red e 505 µm y de 5058 ml/1000 m<sup>3</sup> para la red de 333 µm. Básicamente la mayor abundancia zooplanctónica se encuentra en la zona costera cercana a las Bahías de Huatulco y en los extremos este y oeste del área de estudio (Fig. 10).



**Figura 10.-** Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica obtenida mediante arrastres Bongo de 505 y 333  $\mu\text{m}$  de luz de malla

Al momento se tienen separadas las larvas y huevos de peces del 50% de los muestreos del crucero de junio-julio del 2007 y las larvas de cefalópodos. Se espera terminar de separar las muestras en un lapso de dos meses para iniciar la identificación y el análisis de la distribución por especies. Es importante contar con los datos de CTD para poder elaborar inferencias ecológicas entre la distribución y abundancia de las larvas de peces con el ambiente.

## Conclusiones

### *Moluscos holoplanctónicos*

- La composición de moluscos holoplanctónicos del Golfo de California refleja una alta diversidad mayor a la registrada en la actualidad con un total de 12 familias, 24 géneros 50 especies y 9 taxa o tipos
- Se documentan 33 especies como nuevos registros para el Golfo de California, Heterópoda con 10 especies, Pterópoda con 14 especies, Gymnostomida con 9 especies
- Se documentan 6 nuevos registros para el Pacífico Americano
- La regionalización del Golfo de California obtenida a partir del análisis de la comunidad de moluscos holoplanctónicos, refleja la presencia de tres zonas diferenciadas (Norte, Centro y Sur) similares a lo registrado para las larvas de peces de la misma zona.

### *Larvas de peces del Golfo de California*

- La composición de larvas de peces del Golfo de California refleja una alta diversidad mayor a la registrada en otras regiones aledañas.
- Durante el periodo invernal del área de estudio, registrado previamente como un periodo de baja diversidad de larvas de peces, la riqueza de especies es igual o mayor a la encontrada en la corriente de California incluso para su periodo cálido de mayor diversidad.
- En los cruceros de 1984-1988 y el presente trabajo fueron identificadas 326 especies que representan 43.29 % de las especies descritas como adultos en el área.
- Tanto en los cruceros de 1984-1988 como en los cruceros del 2005 *B. panamense* fue la especie dominante en la columna de agua. En tanto que las especies tropicales fueron el principal componente de la región estudiada.

- Basados en las asociaciones, composición y abundancia de especies se formaron dos complejos ictiofaunísticos. Complejo sureño (especies de afinidad tropical-subtropical y complejo norteño (especies de afinidad templado-subárticas).
- Los gradientes latitudinales y las asociaciones de larvas de peces permiten dividir el ecosistema en tres regiones: Región norte dominada por la fauna templada-subártica, región sur dominada por la fauna tropical-subtropical y región centro caracterizada por presentar una mezcla de ambas faunas.
- La isoterma de los 21 °C fue de utilidad para establecer los límites de distribución sur del complejo norteño durante el periodo frío, sin embargo esta relación con la isoterma mencionada puede ser modificada durante periodos con procesos intensos de surgencias como los presentados durante el otoño del 2005.
- En el análisis de asociaciones la estructura del ecosistema se encuentra dominada por un gradiente latitudinal presente en el periodo de invierno y registrada en otros trabajos, pero durante otoño del 2005 esta tendencia no se mantiene debido a procesos intensos de surgencias generados en la zona.

#### *Golfo de Tehuantepec*

- Se cuenta ya con la separación del total de larvas de peces del crucero realizado, se espera en el siguiente proyecto iniciar con la identificación de larvas y análisis de datos, así como realizar un segundo crucero para diferenciar entre la comunidad de larvas de verano e invierno.

#### **Bibliografía**

- Aceves-Medina, G., Jimenez, S.P., Hinojosa, A., Funes, R., Saldierna R.J. and Smith, P.E., 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 65:1-16
- Aceves-Medina G. 2003. *Grupos de Larvas de Peces Recurrentes en la Costa de Baja California Sur y Región Central del Golfo de California*. Tesis Doctorado. CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S. México. 132 p.
- Aceves-Medina, G. 1992. *Análisis espacio temporal de la distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en el Golfo de California. Periodo 1984-1986*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. México. 62p.
- Aceves-Medina, G., R. J. Saldierna-Martínez and E.A. González. 2003b. Distribution and abundance of *Syacium ovale* larvae (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Gulf of California. *Revista de Biología. Tropical.*, 51 (2): 561-570.
- Aceves-Medina, G., R. J. Saldierna-Martínez and E.A. González. 2006. Distribution and abundance by larval developmental stages of *Symphurus williamsi* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae) in the Gulf of California. *Scientia Marina.*, 70 (2): 291-302.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodriguez, R. J. Saldierna, D. Lluch-Belda, P. E. Smith and William Watson. 2003a. Fish larvae from the Gulf of California. *Scientia Marina*, 67 (1): 1-11.
- Aguilar-Ibarra y M.E. Vicencio A. 1994. Lista sistemática de larvas y juveniles de peces en la región del Domo de Costa Rica. *Revista de. Biología. Tropical*. 42(3): 747-750.
- Ahlstrom, E.H. 1967. Co-occurrence of sardine and anchovy larvae in the California current region off California and Baja California. *CalCOFI Reports.*, 11: 117-135.
- Ahlstrom, E.H. 1972. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific on the second multivessel EASTROPAC survey, and observations on the annual cycle of larval abundance. *Fishery. Bulletin*. 70(4): 1153-1242

- Alvarez, B. S. 1983. Gulf of California. p. 427-449. In: Ketchum, B.H (ed.). *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier Scientific Publishing Company Angel *et al.*, 1994
- Alvarez, C.J.N., G.A. Mussot y R. Cortés A. 1988. Composición y abundancia de larvas de peces en el sistema laguar Huizache-Caimanero. Parte II. Tapo Botadero 1978. *Anales de. Instituto de. Ciencias del. Mar. y Limnología. UNAM*, 15(2): 143-158.
- Alvarez, C.J.N., M. Aquino, F. Alonso, J.G. Millán y F. Torres. 1984. Composición y abundancia de larvas de pees en el sistema laguar Huizache-Caimanero. Parte I. Agua Dulce 1978. *Anales de. Instituto de. Ciencias del. Mar. y Limnología. UNAM*, 11(1): 163-180.
- Alvarez-Borrego, S. y G. Gaxiola-Castro. 1988. Photosynthetic parameters in the northern Gulf of California Phytoplankton. *Cont. Shelf Sci.* 8: 37-47.
- Alvarez-Borrego, S. y J.R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. p. 555-567. In: Dauphin, J.P. y B. Simoneit (eds.). *The Gulf and peninsular province of the Californias. American. Association of. Petroleum and. Geology. Memories* 47.
- Alvarez-Borrego. S. 1983. Gulf of California. p. 427-449. In: Ketchum, B.H (ed.). *Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publishing Company*.
- Alvariño, A. 1963. Quetogatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. *Revista de la . Sociedad de. Historia. Natural. Mexicana.*, 24: 97-203.
- Alvariño, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, sifonóforos y medusas. *Anales de. Instituto de. Biología de la. UNAM,. Servicio. Ciencias. Marinas y Limnología.*, 40(1): 11-54.
- Angulo, O. 2003. New distributional record of opisthobranch molluscs from the Gulf of California Mexico *Festivus*, 34(10): 117-121.
- Angulo-Campillo, O. 2005 A four year survey of the opisthobranch mollusks (Mollusca: Opisthobranchia) in Baja California Sur Mexico. *Vita Malacologica* 3:43-50
- Arias A., J.P. 1998. *Regionalización del Golfo de California: una propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos (CZCS)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Auton. Baja Calif. Sur. La Paz, Baja Calif. Sur, Méx. 57p.
- Arreola, L.A. 1991. *Larvas de peces en la Ensenada de La Paz, B.C.S.* (1984). Tesis de licenciatura. Depto de Biología Marina. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S. México. 94p.
- Avalos G., C. 2000. *Asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California* (Otoño 1997-Verano 1998). Tesis de Maestría. CICIMAR IPN. La Paz, Baja California Sur. Méx. 103p.
- Badan-Dangon, A., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanological. Acta.* 8(1):13-22.
- Bé, A & R, Gilmer, 1977. A zoogeographic and taxonomic review of Euthecosomatus pteropoda. P. 733-808. In: *Oceanographic Micropaleontology*, Vol. I, Chapter 6. A.T.S. Ramsay (ed). London, Academic Press.
- Behrens, D. W. 1991. Pacific coast nudibranch: a guide to the opisthobranch, Alaska to Baja California. *Sea Challengers, California*. Pp.217
- Bernal, G., P. Ripa y J.C. Herguera. 2001. Variabilidad oceanográfica y climática en el Golfo de California: Influencias del trópico y Pacífico norte. *Cienc. Mar.*, 27(4): 595-617.
- Blackburn M., R.C.G. Griffiths, R.W. Holmes, W.H. Thomas, 1962. Physical, Chemical and Biological observations in the eastern Tropical Pacific Ocean: Three Cruises to the Gulf of Tehuantepec. 1958-1959. U.S. *Fish-Wildlife Service. Special Report, Fisheries*, 420:159P.



- Bostford, L., Castello, J.P., Esqueda, G., Field, J., García, A., Green, Y.A., Nakata, H., Smith, P.E y Strub, P.T. 1995. Retention and transport processes. *GLOBEC Reports.*, 8: 72p
- Bray, J.R. y J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological. Monographs.*, 27: 325-349.
- Bray, N. A., 1988. Watter mass formation in the Gulf of California. *Journal of. Geophysical. Research*, 93(8): 9223-9240.
- Briggs, J.C. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw Hill Book Co. EUA. 475 pp
- Brinton E. y A.W. Townsend. 1980 Eufasiids in the Gulf of California, 1957 cruises. *CalCOFI Reports.*, 21: 211-236.
- Brinton E., A. Fleminger & D. Siegel-Causey. 1986. Temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Reports.*, 27: 228-263.
- Brinton, E. 1979. Parameters relating to the distributions of planktonic organisms, especially eufasiids in the eastern tropical Pacific. *Progr. Oceanogr.*, 8: 125-189.
- Carranza-Edwards, A., E. Morales-De La Garza y L. Rosales-Hoz. 1998. Tectónica, sedimentología y geoquímica. Cap., 1:1-12. En M. Tapia-García (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*, U.A.M. Iztapalapa, México ,240p.
- Castro, R., A.S. Mascarenhas, R.Durazo, C.A. Colins. 2000. Seasonal variation of the temperature and salinity at the entrance to the Gulf of California, Mexico. *Ciencias. Marinas*. 26: 561-583.
- Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. I.N.P. México, D.F. Serie Científica No. 19: 298p.
- Castro-Aguirre, J.L. 1981. Sobre las especies de la familia Scyliorhinidae (Elasmobranchii, Galeoidea) de la costa occidental de México, con especial referencia a *Cephalurus cephalus* (Gilbert). *Anales de la. Escuela. Nacional. Ciencias. Biológicas de México.*, 24: 71-93.
- Castro-Aguirre, J.L. 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. *Anales de la. Escuela. Nacional. Ciencias. Biológicas de México.*, 27: 77-94.
- Castro-Aguirre, J.L. 1991. Nuevos registros de peces mesopelágicos y betónicos en el Golfo de California, México. *Anales de la. Escuela. Nacional. Ciencias. Biológicas de México.*, 35: 71-89.
- Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiól.*, 5(1-2): 57-78.
- Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinoza-Pérez & J.J. Shmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México*. LIMUSA. México, D.F. 711p.
- Chavez F.P. J. Ryan, S. E. Lluch-cota, M. Niquen C. From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean. 2003. *Science*. 299: 217-221.
- Chen, C & A.W. Bé. 1964. Seasonal distributions of euthecosomatus pteropods in the surface waters of live stations in the western North Atlantic. *Bull, Mar. Sci. Gulf. Carrib.* 14(2), 185-220.
- Chén, C. & N. S. Hillman. 1970. Shell-bearing Pteropods as indicators of water masses off Cape Hatteras, North Carolina. *Bulletin of Marine Science* 20(2):352-367.
- Doyle, M.J., W.W. Morse y A.W. Kendall. 1993. A Comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the northeast Pacific and Atlantic oceans. *Bulletin of. Marine. Science.*, 53(2): 588-644.
- Ekman, S. 1953. *Zoogeography of the sea*. Sidwick and Jackson Ltd. London. 417p
- Emilsson, I. y M.A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. P.173-180. *In: Lavín, M.F. (ed).*

- Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía No. 3.
- Färber Lorda, J., M.F. Lavin, M.A. Zapatero and J.M. Robles Pacheco. 1994. Distribution and abundance of euphausiids in the Gulf of Tehuantepec during wind-forcing. *Deep-Sea Research*, 41(2):359-367.
- Färber-Lorda J., Lavin M. A., Guerrero M. A. (2004b) Effect of the wind forcing on the trophic conditions, zooplankton biomass and krill biochemical composition in the Gulf of Tehuantepec. *Deep-Sea Research II*, 51, 601-614
- Fernández-Alamo, M.A., Sanvicente-Añorve, L. y Alamada-de la Mora, G. 2000. Copepod assemblages in the Gulf of Tehuantepec, México. *Crustaceana* 73(9):1139-1153.
- Figuerola, J. M; S.G. Marione & M. F. Lavine. 2003. A description of Geostrophic gyres in the southern Gulf of California. En: O.U. Velasco Fuentes *et al.* (eds.), pp. 237-255 *Nonlinear Process in Geophysical Fluid Dynamics*, Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Filonov, A.E. and Trasviña A., 2000. Internal waves on the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 50:531-548
- Fleminger, A. 1964. *Distributional atlas of calanoid copepods in the California current region*. Part I. CalCOFI Atlas. 313p.
- Fleminger, A. 1967. *Distributional Atlas of calanoid copepods in the California current region*. Part II. CalCOFI Atlas. 213 p.
- Fleminger, A. 1975. Geographical distribution and morphological divergence in American coastal zone planctonic copepods of the genus Labidocera. *Estuarine Research.*, 1: 392-419.
- Franco-Gordo, C., R. Flores-Vargas, C. Navarro-Rodríguez, R. Funes-Rodríguez y R. Saldierna-Martínez. 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México (Diciembre de 1995 a Diciembre de 1996). *Ciencias. Marinas*. 25(1): 107-118.
- Gallegos-García, A. y Barberan-Falcon, J., 1998. Surgencia eólica. Cap. 3:27-34. En M. Tapia-García (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*, U.A.M. Iztapalapa, México, 240p.
- Gilbert, J. Y. & W.E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the "E.W. Scripps" in 1939 and 1940. *J. Mar. Res.*, 5(2): 89-110.
- Gosliner, T. 1994. Gastropoda: Opisthobranchia. *Microscopy Anatomy of invertebrates*, Vol. 5: *Mollusca I*, Wiley-Liss, Inc, Pp. 253-355.
- Green-Ruiz, Y.A. y A. Hinojosa-corona. 1997. Study of the spawning area of the northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of the sea surface temperatures. *Journal. Plankton. Research.*, 19(8): 957-968.
- Hamman, M.G., Baumgarthner, T.R. & Badan-Dangón, A. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.*, 29: 102-108.
- Hermosillo, A; D. W. Behrens & E. Rios-Jara. 2006. *Opisthobranquios de México: Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas*. Dirección de Artes Escénicas y Literatura. Universidad de Guadalajara. Publicación de CONABIO. 144 pp.
- Hernández, T. S. y A. Esquivel H. 1989. Los copépodos y quetognatos del Golfo de California en la primavera de 1985. *Investigaciones. Marinas. CICIMAR*, 4(2): 151-163.

- Holmgren-Urba, D. and T. R. Baumgartner. – 1993. A 250 year Story of pelagic fish abundances from anaerobic sediments of the central Gulf of California. *CalCOFI Reports.*, 34: 60-68.
- Johnston, I.M. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf in 1921. *Proceeding of the. California. Academy Science.*, 12: 951-1218.
- Kuenen, P. H. 1959. Marine Geology. Jhon Wiley & sons, Inc. New York, 568 pp.
- Lalli, C. & R. W. Gilmer, 1989. Pelagic Snails. The biology of Holoplanktonic gastropod mollusks. *Standford University Press, Standford California.* Pp.259
- Lambshead P.J.D. Platt H.M & K.M Shaw. 1983. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of natural history.* 17: 859-874.
- Lavin, M.F., J.M. Robles, M.L. Argote, E.D. Barton, R. Smith, J. Brown, M. Kosro, A. Trasviña, H.S. Vélez, J. García. 1992. *El Golfo de Tehuantepec.* CICESE. 26P.
- Lewis, J.B. 1962. Biology of Flyingfish. *Bull. Mar.Sci. Gulf. Carrb.* 12(1):86-93.
- Lluch-Cota, S.E. 2000. *Propuesta de bases para un sistema de información ambiental para la pesquería de sardina del Golfo de California.* Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 43p.
- Maccall and Prager. 1988. Historical changes in abundance of six fish species off southern California based on CalCOFI egg and larva samples. *CalCOFI Reports.* 29: 91-101.
- McGowan, J. A. 1967. Distributional atlas of pelagic mollusks in the California Current region. *CalCofi Atlas No. 6*, Sstate of California Marine Research Committee. 218pp.
- Moser, H.G. 1996. *The early stages of fishes in the California Current region.* *CalCOFI, Atlas No. 33.* Allen Press Inc. Lawrence, Kansas.
- Moser, H.G. y P.E. Smith. 1993. Larval fish assemblages in the Gulf of California Current region and their horizontal and vertical distributions across a front. *Bulletin .of Marine. Science*, 53(2): 645-691.
- Moser, H.G., E. H. Ahlstrom., D. Kramerand E. G. Stevens.-1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *CalCOFI Reports.*, 17: 122-128.
- Müller, P. 1979. *Introducción a la zoogeografía.* BLUME. Barcelona, España. 232p.
- Navarro-Olache, *Mesoestructuras termohalinas en la parte central del Golfo de California*, M. Sc. Thesis, CICESE, pp. 79, 1989.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 4 th edition. 601 pp.
- Olivar, M.P. y P.A. Shelton. 1993. Larval fish assemblages of the Benguela Current. *Bulletin of. Marine. Science.*, 53(2): 450-471.
- Paden Cynthia A. Mak Abbott and Clinton D. Winant. 1991. Tidaland atmospheric forcing of the upper ocean in the Gulf of California and sea surface temperature variability. *Journal of Geophysical Research.* 96 C-10. 18357-18359.
- Pegau, W. S; E. Boss & A. Martinez. 2002. Ocean color observations of eddies during the summer in the Gulf of California. *Geophysical Research Letters* 29(9)1-3.
- Poorman, F. L. & L. H. Poorman. 1988. A report of the molluscan species in the San Carlos rectangle, Sonora, México, collected by Forrest L. and Leroy H. Poorman from December 1953 to December 1983. *Festivus* 20(6):47-63.
- Richter, G. & R. Seapy. 1999. Heteropoda. En: *South Atlantic Zooplankton.* D. Boltovskoy, (ed), 621-647 pp. Backhuys Publishers, The Netherlands.

- Robles J.M. y S.G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability in the Guaymas basin of the Gulf of California. *Continental Shelf Research.*, 7(7): 715-733.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science.*, 12(1): 21-45.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California, Marine geology of the Gulf of California: A Symposium. *Mem. Amer. Assoc. of Petrol. Geol.*, 3: 30-58.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California, Its composition, distribution, and contribution to the sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1: 76-97.
- Russell, H. D. 1960. Heteropods and pteropods as food of fish genera, Thunnus and Alepisaurus. *Nautilus* 74:45-56.
- Russell-Hunter, W. D. 1983. Overview: Planetary distribution of an ecological constraints upon the Mollusca. In: The Mollusca, Vol. 6, Ecology, W.D. Russell-Hunter, ed. New York: Academic Press. Pp.1-27.
- Sánchez-Hidalgo, M. 1989. Gasterópodos holoplántonicos de la costa occidental de Baja California Sur, en mayo y junio de 1984. *Inv. Mar. CICIMAR*. 4(1):1-14
- Sánchez-Hidalgo, M. 1992. Distribución y abundancia de los thecosomata (gastropoda) recolectados con red CaLVET en agosto de 1985, frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 9(2):63-77
- Sánchez-Velázquez, L., B. Shirasago, M.A. Cisneros y C. Avalos. 2000. Spatial distribution of small pelagic fish larvae in the Gulf of California and its relation to El Niño 1997-1998. *Journal. Plankton. Research.*, 22(8): 1611-1618.
- Santamaría del Angel, E., S. Alvarez-Borrego y F.E. Müller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal. Geophysical. Research.*, 99(C4): 7411-7421.
- Seapy, R. & C. Skoglund. 2001. First records of Atlantid heteropod mollusks from the Golfo de California. *Festivus* 33(4): 33-44.
- Shannon, C.E. & W. Weiner. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. USA.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature.*, 163:688 pp.
- Smith, K.A., M.T. Gibbs, J.H. Middleton y I.M. Suthers. 1999. Short term variability in larval fish assemblages of the Sidney shelf: Tracers of hydrographic variability. *Marine. Ecology. Progress. Series.*, 178(1-5): 3-15.
- Smith, P.E. y Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. *FAO Documento. Tecnico de. Pesca*. 175. 107p.
- Smith, P.E., S. De la Campa & J. R. Thrailkill. 1976. Instituto Nacional de la Pesca and CalCOFI statistical regional divisions for ichthyoplankton surveys. *SWFC Administrative. Reports.*, LJ-76-31. 4pp.
- Sokolov V. A. y M. Wong-Rios. 1973. *Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina crinuda y anchoveta) en 1971*. INP/SI/12. Informe. Científico. No. 2
- Sosa-Hernández, p., J.L. Hernández-Aguilera, J.L. Villalobos-Hiriart. 1980. Estudio prospectivo de los crustáceos (Decapoda y Stomatopoda) del Golfo de Tehuantepec, México. Secretaria de Marina, Méx. Inv. Ocean/B-80-10, 42p.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone y A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias. Marinas.*, 25(1): 1-30.

- Sverdrup, H.U. 1941. The Gulf of California: Preliminary discussion of the cruise of the E.W. Scripps in February and March 1939. *Pacific. Science. Congress.*, 3: 161-166.
- Tapia-García, M., C. García-Abad, G. González-Medina, M.C. Macuitl-Montes y G. Cercenares-L. De Guevara. 1994. Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, México. *Tropical Ecology*, 35(2):229-252.
- Tesh, J.J.1946. The thecosomatus pteropods. I The Atlantic. *Dana Rep.* 5(28), 1-82.
- Tesh, J.J.1947. The Pteropoda Thecosomata. *Cons. Intern. Expl. Mer. Zooplankton Sheet* 8:1-6.
- Tesh, J.J.1948. The thecosomatous pteropods. II. The IndoPacific. *Dana Rep.* 5(30), 59-74
- Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the sea of Cortez*. John Wiley and Sons, New York. 302p.
- Townsend, C.H. 1901. Dredging and other records of the U.S. Fish Commission Steamer "Albatros" with bibliography relative to the work of the vessel. *U.S. Fish Commission Reports.*, 1900: 387-562.
- Valdés, A. & Angulo-Campillo, O. 2004. Systematics of pelagic aeolid nudibranchs of the family Glaucidae (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin of Marine Science*.75(3):381-389.
- Valdéz-Holguín, J.E., S. Alvarez-Borrego y C.C. Trees. 1999 .Caracterización estacional y espacial de los parámetros fotosintéticos del fitoplancton del Golfo de California. *Ciencias. Marinas.*, 25(4): 445-467.
- Van Andel T.H., 1964. *Recent Marine Sediments Gulf of California. Marine Geology of the Gulf of California*. A Simposium, In: Van Andel Tj.H. and G.G. Shor (eds.). The American Association of Petroleum Geology. Memories., pp. 216-230.
- van der Spoel, S. & D. Boltovskoy. 1999. Pteropoda. *En: South Atlantic Zooplankton* (D. Boltovskoy Ed.), 493-531pp. Backhuys Publishers, Leiden.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematic. Zoology.*, 9(3): 123-133.
- Wormelle, R.L. 1962. A survey of standing crop of plankton of the Florida current. VI A study of distribution of the pteropods of the Florida Current. *Bull. Mar.Sci. Gulf. Caribb.* 12(1):95-136.
- Wrobel, D. & C. Mills. 1998. *Pacific coast pelagic invertebrates. A guide to the common gelatinous animals*. Sea Challengers, California. P.108